

Nachhaltigkeitsbewertungen von Forst-Holz-Ketten

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI
FREIBURG**

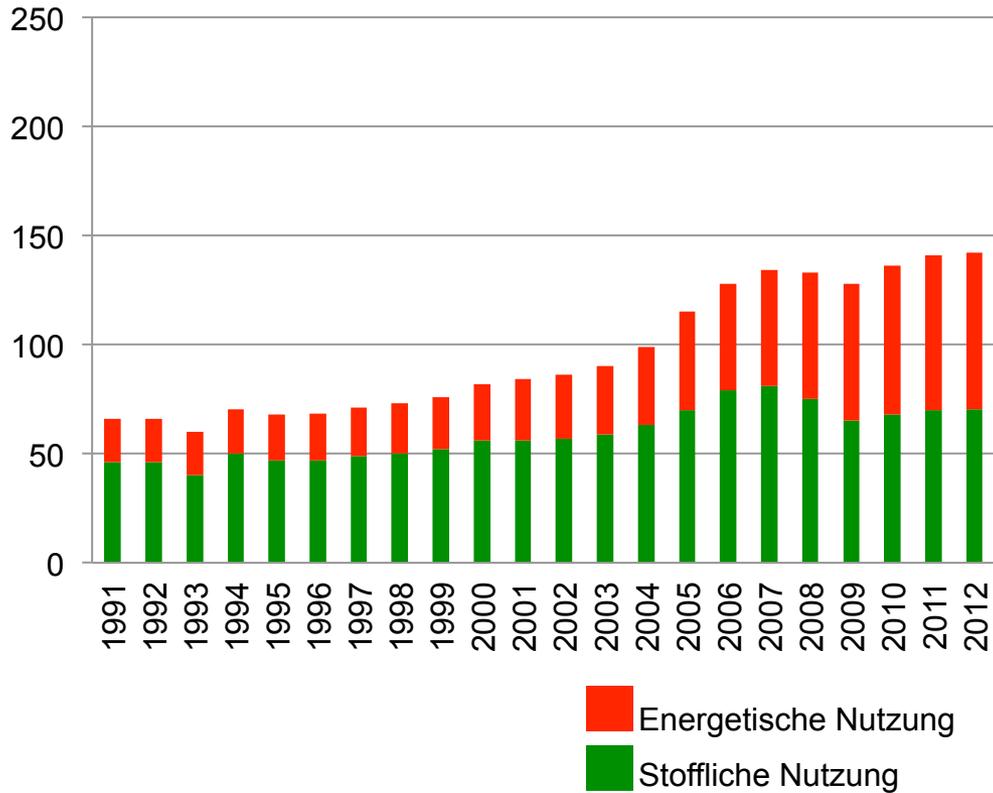
Janine Schweier
Alumnikolloquium
Freiburg, den 24.07.2014

Holz: multifunktional und nachgefragt



Holzverwendung in Deutschland

Mio. m³/ a



Folgen des Klimawandels für den Wald



- vermehrte Sturmereignisse
- kürzere Vegetationsruhen
- wärmere und nässere Winter
- uvm.



Foto: Fischbach

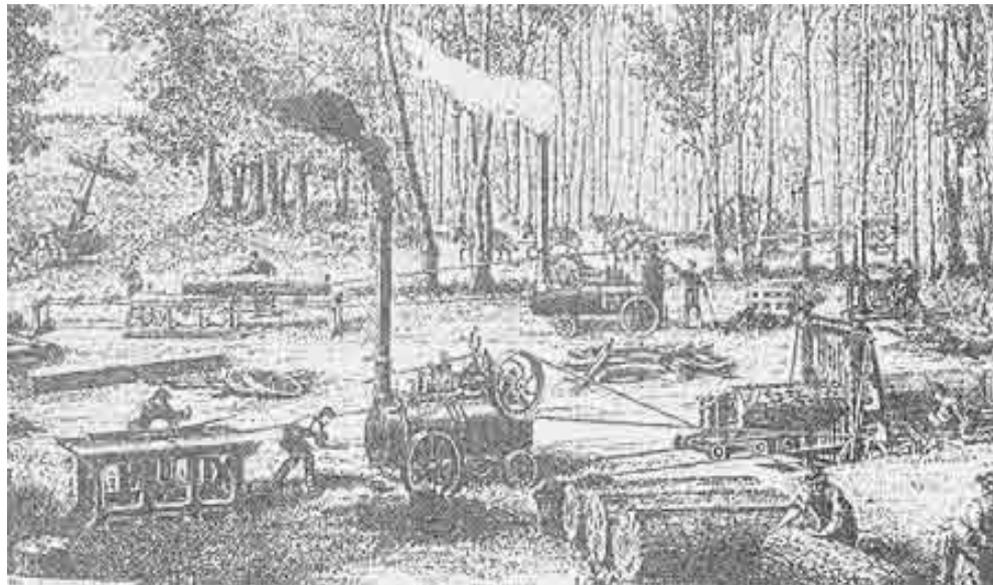


Foto: Thüringen Forst

Rahmenbedingungen und Vorgaben

- bisher ungenutzte Biomassepotentiale mobilisieren
- zukünftige Baumartenzusammensetzungen
- zukünftige Waldstrukturen
- zukünftige Techniken
- Bewirtschaftungsprozesse „so gut wie möglich“ ausführen
- Multifunktionalität & Schutzfunktionen des Waldes erhalten
- verschiedene Interessensgruppen berücksichtigen

Forstwirtschaft damals...



Quellen: http://www.energieverbraucher.de/files_db/Holznot_03.jpg
http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon_1_4.jpg

Eine moderne Waldbewirtschaftung muss langfristig nachhaltig sein, um alle Herausforderungen zu bewältigen

- Nachhaltige Bereitstellung
- Ganzheitliche Holznutzungskonzepte
- Gesellschaftliche Akzeptanz

Bewertungskriterien

- Produktivität
- Zeitbedarf
- Kosten & Erlöse

Erweiterte Kriterien

- Emissionen & Umweltwirkungen
- Soziale Auswirkungen
- Etc.

Entscheidungsträger unterstützen: Nachhaltigkeitsanalyse



- *Die Nachhaltigkeitsanalyse ist ein analytisches Tool, um Entscheidungsträger zu unterstützen, indem mögliche Folgen verschiedener Optionen aufgezeigt werden.*
- Alternative Prozessketten werden in Bezug auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte miteinander verglichen.
- Transparente Darstellung besonders sensibler Parameter und Offenlegung von Schwachstellen.
- Vergleiche verschiedener Regionen sind möglich.
- Beantwortung von „Was wäre, wenn...“-Fragen (Blick in die Zukunft).

1. Identifizierung wesentlicher Prozesse
2. Festlegung relevanter Nachhaltigkeitsindikatoren
3. Modellierung als Prozessketten
4. Berechnung der Indikatorenwerte je Prozess
(z.B. Arbeitsunfälle, Produktionskosten oder Emissionen je Efm)
5. Aggregieren aller Einzelwerte entlang der Prozesskette
6. Multiplikation mit den in den Prozess einfließenden
Produktmengen

Beispiel 1: Holzernte- und Bringung am Steilhang

(BW, Referenzjahr 2005)



Foto: CNR Ivalsa, Spinelli



Foto: <http://www.tenneck.eu/Unsere-Natur/DSC05075>

Ernte Motormanuell
Bringung mit Seilkran & Skidder

Beispiel 1: Holzernte- und Bringung am Steilhang

(BW, Referenzjahr 2005)



Indikator/ Baumart	Einheit	Buche	Fichte
Kosten	€/Efm	40,65	40,87
Dieserverbrauch	L/Efm	114,75	98,26
Treibhausgasemissionen	kg CO ₂ /Efm	14,89	11,78
Beschäftigung	je 1.000 Efm	0,82	1,06
Wertschöpfung	€/EFm	1,01	20,27

- Gleicher Kostenaufwand

Bei der Ernte und Bringung von Fichten wird im Vergleich zu Buchen

- weniger Kraftstoff verbraucht,
- es entstehen weniger Treibhausgase,
- die Wertschöpfung ist höher, da mehr Holzvolumen als höherwertigeres, sägefähiges Stammholz vermarktet werden kann.

Beispiel 2: Energieholzbereitstellung & Konversion



Produkt: Nutzwärme



1) Scheitholz, im Nebenerwerb

Fällen MM, Rücken zur Lagerstätte, Spalten, Bündeln, 2 Jahre Trocknung im Freien, Transport mit PKW & Anhänger zum Verbraucher (≤ 15 km), Konversion

2) Scheitholz, professionelle Bereitstellung

Fällen VM, Rücken, Transport zur Trocknungsstätte (≤ 75 km), Spalten, techn. Trocknen, Transport mit PKW & Anhänger zum Verbraucher (≤ 25 km), Konversion

3) Hackschnitzel, ohne Veredelung

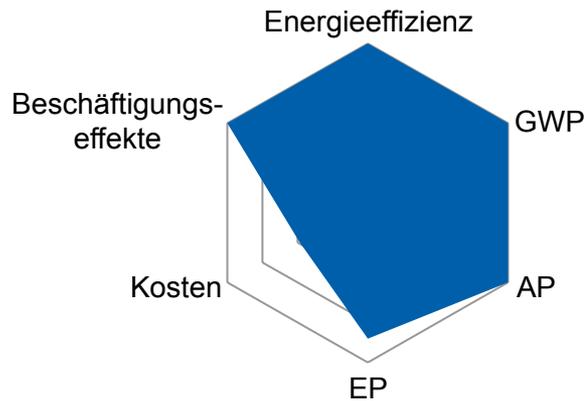
Fällen VM, Rücken, Hacken, Transport von Waldrestholz zur Lagerungsstätte (≤ 65 km), Lagerung, Transport zum Biomasseheiz(kraft)werk (≤ 90 km), Konversion

4) Pellets aus Sägerestholz

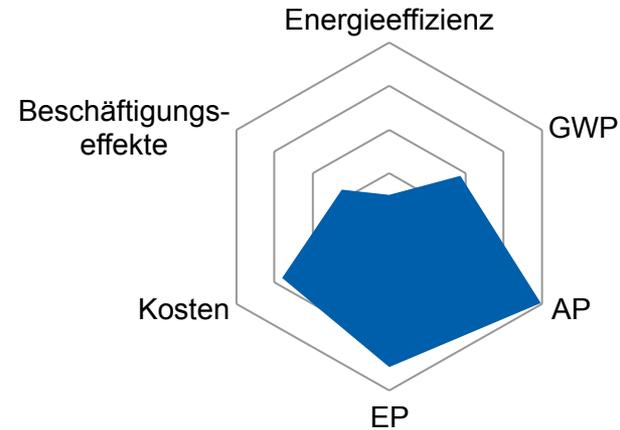
Fällen MM, Rücken, Transport zum Sägewerk (≤ 60 km), Entrinden, Lagern, Sägen, Transport zum Pelletierwerk (≤ 75 km), Zerkleinerung, Lagerung, Trocknung, Pelletierung, LKW-Transport zu Endverbraucher (≤ 60 km), Konversion

Beispiel 2: Energieholzbereitstellung & Konversion

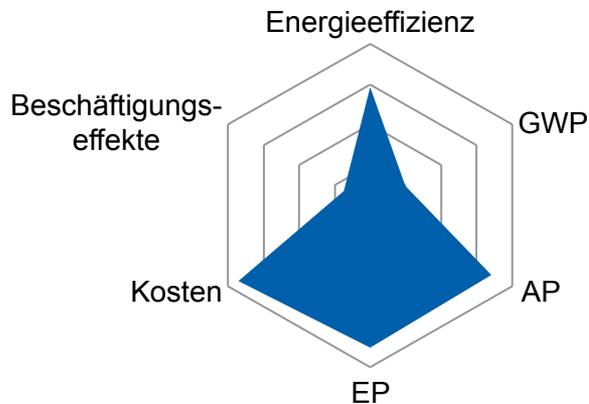
1) Scheitholz, Nebenerwerb



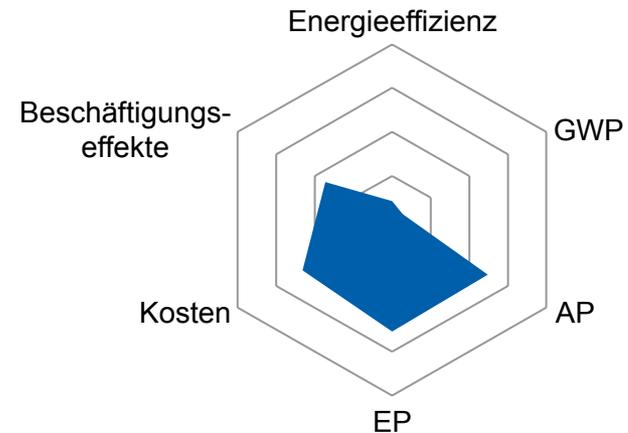
2) Scheitholz, professionell



3) Hackschnitzel, ohne Veredelung



4) Pellets, aus Sägerestholz



Beispiel 3: Kurzumtriebsplantagen



Foto: Schweier

Beispiel 3: Kurzumtriebsplantagen



**Option 1:
Ernte durch
Gehölmähhäcksler**



WG 55%



zwei alternative
Ernteverfahren

**Option 2:
Ernte durch Mähsammler**



WG 30%

Beispiel 3: Kurzumtriebsplantagen



Produktion und Bereitstellung von Hackschnitzel aus KUP

Indikator/ Kette		Häcksler	Mähsammler + Hacker
Ø Produktivität	t_{atro}/MAS	20	10
Erntekosten	$\text{€}/t_{atro}$	20	37
Erlöse	$\text{€}/t_{atro}$	90	120
Annuität ¹	$\text{€}/\text{a}/\text{ha}$	294	559
Dieserverbrauch	L/t_{atro}	70	28
Treibhausgasemissionen	$\text{kg CO}_2\text{-Äq}/t_{atro}$	36	26
Energieeffizienz	Output/Input	23:1	26:1

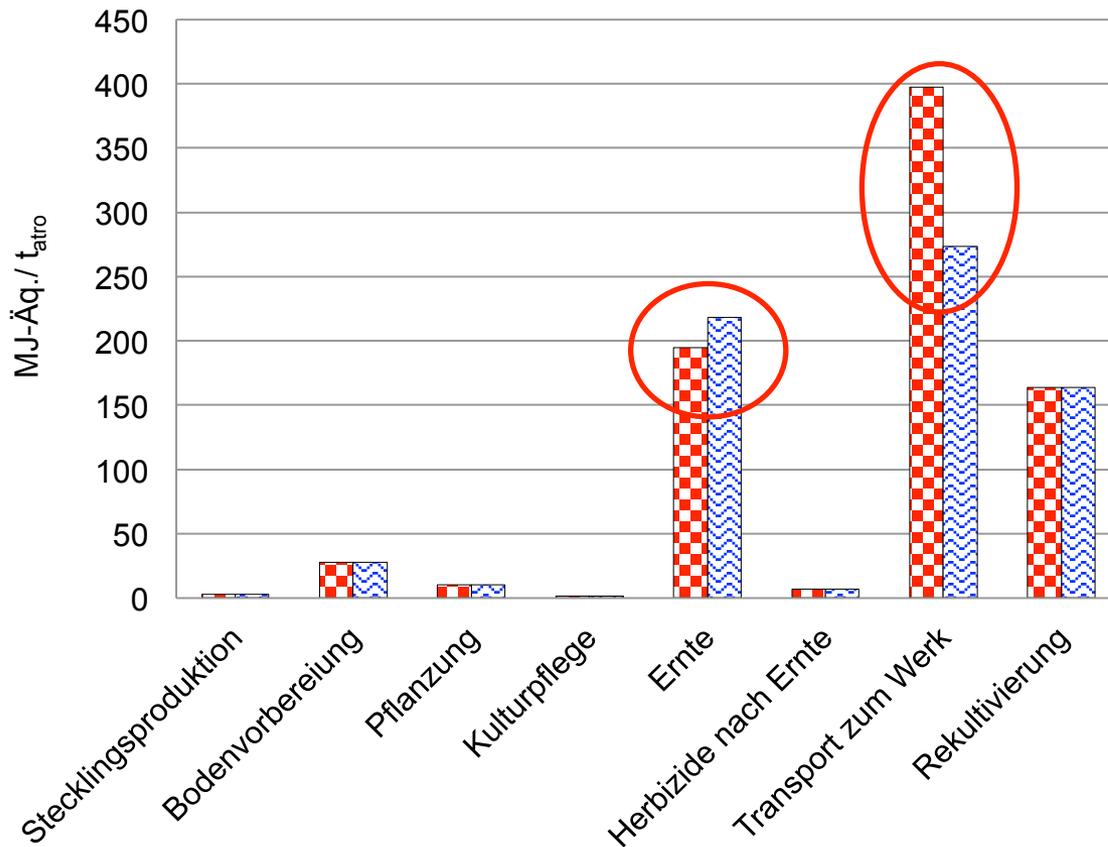
¹ bezogen auf eine 20-jährige Standzeit und einen Biomasseertrag von $10 t_{atro}/\text{a}/\text{ha}$

- Häcksler: höhere Produktivität, geringere Erntekosten
- Aber: geringere Erlöse und Annuitäten
- Höhere Umweltwirkungen, geringere Effizienz

Beispiel 3: Kurzumtriebsplantagen



Kumulierter Energieaufwand fossiler Energie



Prozesskette 1
(Ernte einstufig)



Prozesskette 2
(Ernte zweistufig)



Mögliche Optimierung:

- Integration der Wertschöpfung durch technische Trocknung der HS
- Nutzung von ansonsten ungenutzter Abwärme einer Biogasanlage



Bezugswert: Erntemenge 145 t_{atro} ha⁻¹ in 20 Jahren

Beispiel 3: Kurzumtriebsplantagen



Indikator/ Kette		Häcksler	Mähsammler + Hacker	Häcksler + Trocknung
Ø Produktivität	t_{atro}/MAS	20	10	20
Erntekosten	$€/t_{atro}$	20	37	20
Trocknungskosten	$€/t_{atro}$	-	-	10
Erlöse	$€/t_{atro}$	90	120	130
Annuität	$€/a/ha$	294	559	728
Dieserverbrauch	L/t_{atro}	70	28	70
Treibhausgasemissionen	$kg\ CO_2\text{-Äq}/t_{atro}$	36	26	26 ¹
Energieeffizienz	Output/Input	23:1	26:1	30:1 ¹

¹ keine Anrechnung von Umweltwirkungen, da Abwärme ansonsten ungenutzt

- Neben den bisherigen Anforderungen an die FoWi (Leistung, Kosten etc.) und die durch den Klimawandel bedingten Herausforderungen sind soziale und gesellschaftliche Aspekte ebenso bedeutsam.
- Das Tool der Nachhaltigkeitsanalyse bietet durch die eine gute Möglichkeit, Stärken und Schwächen verschiedener Optionen offenzulegen.
 - Prozessmodellierung
 - Analyse der Indikatoren
- Abwägungsprozess wird vor Entscheidung ermöglicht.
- z.T. sehr überraschende Ergebnisse:
 - Systemgrenzen/ Allokation
 - Beispiele haben gezeigt, dass Transportfragen sehr entscheidend sind (Wassergehalt)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Janine Schweier
Universität Freiburg
Professur für Forstbenutzung
Werthmannstraße 6
D-79085 Freiburg
Tel.: 0761/ 203-3808
E-mail: janine.schweier@fobawi.uni-freiburg.de